

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

02.10.02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

REC'D 29 NOV 2002

WIPO

PCT

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-255649

[ST.10/C]:

[JP2002-255649]

出 願 人

Applicant(s):

科学技術振興事業団
富田 章久

BEST AVAILABLE COPY

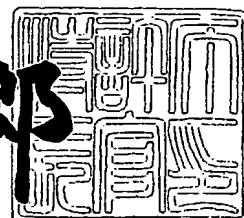
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2002年11月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3088990

【書類名】 特許願

【整理番号】 02JST81

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 3/00

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市大曾根 4 0 7 4 - 1 2

 【氏名】 富田 章久

【特許出願人】

 【識別番号】 396020800

 【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

 【代表者】 沖村 憲樹

【特許出願人】

 【識別番号】 502055986

 【氏名又は名称】 富田 章久

【代理人】

 【識別番号】 100089635

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 清水 守

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012128

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0013088

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 量子回路および量子計算機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現することを特徴とする量子回路。

【請求項 2】 前記制御ユニタリ変換が $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えるものであることを特徴とする請求項 1 記載の量子回路。

【請求項 3】 偏光ビームスプリッタの出力を偏波保持ファイバで結び、位相変調器を前記偏波保持ファイバの midpoint からずれた位置に配置することにより、 $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えることを特徴とする請求項 2 記載の量子回路。

【請求項 4】 量子ビットを表す光パルスにおいて、1 パルスあたりに含まれる光子数が 1 より大きいことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の量子回路。

【請求項 5】 請求項 1、2、3 又は 4 記載の量子回路を含む量子計算機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、量子回路および量子計算機に係り、特に制御ユニタリ変換を用いる量子回路および量子計算機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、従来の計算機の限界を超える計算能力の実現のため、量子計算の研究が盛んに行われるようになってきている。例えば、ショア (Shor, P. W.) が 1995 年に第 35 回計算機科学の基礎年会 (The 35th Annual Symposium of the Foundations of Comp

uter Science) で発表したアルゴリズムを用いると、大きな整数の素因数分解をビット数の多項式で表される時間で行うことができる。

【0003】

これは、従来の計算機では、実行時間がビット数の指数関数で増加する。また、従来の計算機では、Nビットのデータベース検索は、ビット数に比例する実行時間が必要であるが、グローバー (Grover, L.) がフィジカルレビューレターズ誌 (Physical Review Letters) 79巻、325ページ (1997) で提案しているアルゴリズムを用いると、Nの平方根に比例する時間で行うことができる。

【0004】

このような量子計算の実現には、量子ビットと呼ばれる古典的なビットに対応するものが基本単位として用いられる。量子ビットでは論理値0に対応する状態 $|0\rangle$ と論理値1に対応する状態 $|1\rangle$ の線形の重ね合わせ状態 $|\Psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$ ($a^2 + b^2 = 1$) を認めることが特徴である。さらに、1量子ビットに対するユニタリ変換 $|\Psi\rangle \rightarrow U|\Psi\rangle$ を行う量子ゲート、1つの量子ビットの状態により他の量子ビットに対するユニタリ変換を行う制御ユニタリ変換ゲートとそれらを組み合わせた量子回路が必要となる。

【0005】

上述の内容を、整数Nを素因数分解するショアのアルゴリズムを例にとって説明する。

【0006】

このアルゴリズムは従来型の計算 (古典計算) と量子計算の組み合わせで行われる。

【0007】

1. Nが偶数のとき、因数2を出力する。

【0008】

2. $p \geq 1$ かつ $q \geq 2$ で $N = p^q$ を満たす p , q が存在するかを古典計算により判別し、存在するとき p を因数として出力する。

【0009】

3. ランダムな整数 a ($1 < a < N$) を選び、ユークリッドの互除法により、 a と N の最大公約数を計算する。最大公約数が 1 より大きいときその最大公約数を出力する。

【0010】

4. 位数を求める量子計算機を用いて、 $a \bmod N$ の位数 r を計算する。

【0011】

5. r が奇数または $a^{r/2} = -1 \pmod{N}$ を満たす偶数のとき、ステップ 3 に戻る。それ以外の場合、 $a^{r/2} - 1$ と N の最大公約数および $a^{r/2} + 1$ と N の最大公約数を計算する。これらが自明な因数 (1 または N) でないとき、これらを出出力する。

【0012】

ステップ 4 で用いられる量子計算機は図 2 に示す量子回路で実現される。ここではビット数を 4 としている。図 2 に示す量子回路は位数に依存した位相を与える回路 2 1 と、位相から位数を求めるための逆フーリエ変換回路 2 2 からなる。位数に依存した位相を与える回路 2 1 において制御ユニタリ変換ゲート U_a 2 3 は、

【0013】

【数 1】

$$cU_a|0\rangle|x\rangle=|0\rangle|x\rangle$$

$$cU_a|1\rangle|x\rangle=|1\rangle|ax \bmod N\rangle \quad \dots (1)$$

【0014】

で与えられる。ここで c はある定数である。この回路で量子ビットは、

【0015】

【数 2】

$$cU_a(|0\rangle+|1\rangle)|1\rangle=\sum_{j=0}^{r-1}\sum_{s=0}^{r-1}\exp[2^n\pi isj/r]|j\rangle|u_s\rangle \quad \dots (2)$$

【0016】

のように変換される。ここで $|u_s\rangle$ は、

【0017】

【数3】

$$|u_s\rangle = \frac{1}{\sqrt{r}} \sum_{k=0}^{r-1} \exp[-2\pi i s k / r] |a^k \bmod N\rangle \quad \dots (3)$$

【0018】

で定義される。第1量子ビットに逆フーリエ変換を行うと、

【0019】

【数4】

$$\frac{1}{\sqrt{r}} |s/r\rangle |u_s\rangle \quad \dots (4)$$

【0020】

が得られる。第1量子ビットを測定すると、 s/r が得られ、 r の推定値を求めることができる。また、アダマールゲート24は、

【0021】

【数5】

$$\begin{aligned} |0\rangle &\leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} (|0\rangle + |1\rangle) \\ |1\rangle &\leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} (|0\rangle - |1\rangle) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

【0022】

に示すような変換を行う。逆フーリエ変換では、このほかに制御ユニタリ変換の一種である制御回転ゲート25が用いられる。制御回転ゲート25は、

【0023】

【数6】

$$R_k : \begin{cases} |0\rangle|0\rangle \rightarrow |0\rangle|0\rangle \\ |0\rangle|1\rangle \rightarrow |0\rangle|1\rangle \\ |1\rangle|0\rangle \rightarrow |1\rangle|0\rangle \\ |1\rangle|1\rangle \rightarrow \exp[2^{-k}\pi i] |1\rangle|1\rangle \end{cases} \quad \dots (6)$$

【0024】

で与えられる。

【0025】

従来、ショアのアルゴリズムを実現するためには、有機分子の核スピンを量子ビットとし、核磁気共鳴（NMR）の技術が用いられてきた。

【0026】

最近、 $15 = 3 \times 5$ の素因数分解の実験がヴァンダーシペン（Vandersypen, L. M. K.）、ステファン（Steffen, M.）、ブレイタ（Breyta, G.）、ヤンノル（Yannoni, C. S.）、シャーウッド（Sherwood, M. H.）、チャン（Chuang, I. L.）によりネイチャー誌（Nature）424巻883ページ（2001）に報告されている。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来のシステムでは、原理的に10量子ビット以上の実現は難しく、実用上意味のある計算を行うことは不可能である。量子計算に必要な量子ビットの数を小さくする研究も行われており、ビュレガード（Beauregard, S.）がロスアラモス研究所のプレプリントアーカイブquant-ph/0205095（2002）で報告している結果によると、 n ビットの整数を素因数分解するのに必要な量子ビット数を $2n + 3$ までに抑えることができる。その場合でも例えば40ビットの整数の素因数分解には83ビット必要になり、有機分子の核スピンを量子ビットとする方法での実現は難しい。

【0028】

そのほかの量子ビットの実現法を用いても、量子ビットが環境の影響でコヒーレンスを失うため、多ビットの量子計算を行うことは困難である。

【0029】

本発明は、上記状況に鑑みて、多ビットの量子計算を行うことができる量子回路および量子計算機を提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕量子回路において、量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現するようにしたものである。

【0031】

〔2〕上記〔1〕記載の量子回路において、前記制御ユニタリ変換が $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えるものであることを特徴とする。

【0032】

〔3〕上記〔2〕記載の量子回路において、偏光ビームスプリッタの出力を偏波保持ファイバで結び、位相変調器を前記偏波保持ファイバの midpoint からずれた位置に配置することにより、 $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えることを特徴とする。

【0033】

〔4〕上記〔1〕、〔2〕又は〔3〕記載の量子回路において、量子ビットを表す光パルスにおいて、1パルスあたりに含まれる光子数が1より大きいことを特徴とする。

【0034】

〔5〕量子計算機であって、上記〔1〕、〔2〕、〔3〕又は〔4〕記載の量子回路を含む。

【0035】

本発明による量子回路は、量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現することを特徴とする。

【0036】

この量子回路では制御ユニタリ変換を、制御量子ビットの状態を測定し、その結果を電気信号として変調器に入力することで実現する。そのため、多量子ビットに対する演算を逐次行うことができる。

【0037】

従って、1個の量子ビットに対する制御ユニタリ変換で任意のビット数の量子ビットに対する変換を行うことができるという効果が得られる。

【0038】

また、本発明の量子回路で、制御ユニタリ変換が $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えるものとし、偏光ビームスプリッタの出力を偏波保持ファイバで結び、位相変調器を前記偏波保持ファイバの midpoint からずれた位置に配置することにより $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えることを特徴とするものは、 $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態が同じファイバを通るためファイバ内の屈折率の揺らぎなどに起因するコヒーレンスの低下を防ぐことができる。

【0039】

また、本発明の量子回路では、量子ビットを表す光パルスに含まれる光子数を1より十分大きくすることができる。そのため、入力される状態やユニタリ変換に誤差が大きくても測定結果の誤りを小さくすることができる。

【0040】

従って、本発明の量子回路を含む量子計算機において前段の量子回路での精度の要求が緩やかになり、多ビットの計算が容易になるという効果がある。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図を参照しながら説明する。

【0042】

図1は本発明の実施例を示す量子逆フーリエ変換回路を示す図である。

【0043】

この図において、入力された量子ビットの列である光パルス列はサーキュレータ1の端子101に入射し、端子102から出射する。出射光は偏光ビームスプリッタ2の端子201に入射する。偏光ビームスプリッタ2は垂直偏光を端子202に、水平偏光を端子203に分離する。端子202の出力は偏波保持ファイバ12の遅軸に偏光を合わせて結合される。さらに、位相変調器3を経て偏光ビ

ームスプリッタ 2 の端子 2 0 3 に偏波保持ファイバ 1 2 によって結合される。このとき、偏波保持ファイバ 1 2 の遅軸は端子 2 0 3 に合わせて水平偏光となるように設定する。この偏波保持ファイバ 1 2 は偏光ビームスプリッタ 2 の端子 2 0 2 と位相変調器 3 をつないでいるものよりも 4 m 長くする。これにより端子 2 0 2 と端子 2 0 3 を結ぶ偏波保持ファイバ 1 2 によるファイバループができる。このファイバループでは垂直偏光は右回りに、水平偏光は左回りに進行する。両偏光は偏光ビームスプリッタ 2 で再び合成され、端子 2 0 1 から出力され、サーキュレータ 1 の端子 1 0 2 に戻る。サーキュレータ 1 により、出力は端子 1 0 3 から現れる。サーキュレータ 1 の端子 1 0 3 からの出力は偏光コントローラ 4 を通って偏光ビームスプリッタ 5 の端子 5 0 1 に入射する。偏光コントローラ 4 はファイバや各素子での偏光状態のずれを補正するとともに、図 2 におけるアダマーゲート 2 4 の働きを併せ持っている。偏光ビームスプリッタ 5 は垂直偏光を端子 5 0 2 に、水平偏光を端子 5 0 3 に分離する。偏光ビームスプリッタ 5 の端子 5 0 2, 5 0 3 にそれぞれ検出器 6, 7 を接続する。検出器 6, 7 の出力は減算器 8 で差を取った後、弁別器 9 に入力される。弁別器 9 の出力は制御回路 1 0 に入力される。制御回路 1 0 はパルス発生器 1 1 の出力電圧を決定する。パルス発生器 1 1 の出力は位相変調器 3 に印加される。

【0 0 4 4】

また、位相変調器 3 はファイバループの midpoint から本実施例では 2 m 離れているが、その長さ D はこれに限らない。ファイバループの長さ L、光パルス列の繰り返し時間 T、パルス発生器 1 1 のパルス幅 t は、以下のような関係を満たすように決めればよい。ファイバ中の光速度を v とすると、

【0 0 4 5】

【数 7】

$$T > L/v \quad \dots (7)$$

【0 0 4 6】

【数 8】

$$t < D/v \quad \dots (8)$$

【0047】

式(7)は偏光ビームスプリッタ2で異なる量子ビットが干渉しないための条件である。正確にはこの条件を満たさなくともよく、異なるパルスが衝突する時間が光パルスのコヒーレンス時間よりも長ければよい。式(8)は片方の偏光のみが位相変調を受けるための条件である。

【0048】

以上、詳細に実施例の構成を述べたが、図1に示す制御回路10は、通常のシフトレジスタなどから構成でき、以下に説明する動作から当業者には容易に構成できる。

【0049】

次に、図1に示す量子ビットは光パルスの偏光方向によって表され、水平偏光は $|0\rangle$ 状態、垂直偏光は $|1\rangle$ 状態にそれぞれ対応している。逆フーリエ変換を行うための入力状態は、位相 ϕ を2進法の少数で、 $\phi = 0, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ ($\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n = 0, 1$) のように表すと、

【0050】

【数9】

$$\frac{1}{2^{n/2}} \sum_{k=0}^{2^n-1} \exp[2\pi i \phi k] |k\rangle = \frac{1}{2^{n/2}} (|0\rangle + e^{2\pi i 0 \cdot \phi_n} |1\rangle) (|0\rangle + e^{2\pi i 0 \cdot \phi_{n-1} \phi_n} |1\rangle) \dots (|0\rangle + e^{2\pi i 0 \cdot \phi_1 \phi_2 \dots \phi_n} |1\rangle) \dots (9)$$

【0051】

と表すことができる。

【0052】

入力する光パルスの偏光は、順次 $|0\rangle + \exp[2\pi i 0 \cdot \phi_n] |1\rangle$, $|0\rangle + \exp[2\pi i 0 \cdot \phi_{n-1} \phi_n] |1\rangle$, ..., $|0\rangle + \exp[2\pi i 0 \cdot \phi_1 \phi_2 \dots \phi_n] |1\rangle$ となる。つまり、45度直線偏光から円偏光に至るポワンカレ球上のyz平面上の大円 $y^2 + z^2 = 1$ の上の点で与えられている。

【0053】

また、第1の光パルスは、サーキュレータ1を通り、偏光ビームスプリッタ2で端子202と端子203の二つの方向に分離される。第1の光パルスに対して

は位相変調器 3 による位相変調を行わない。すると、ファイバループを通った後、偏光ビームスプリッタ 2 で合成された偏光状態は入力と同様になる。サーキュレータ 1 を通った後、偏光コントローラ 4 で、式 (5) のように偏光状態が変換される。つまり、偏光ビームスプリッタ 5 で偏光分離した後の光は、 $\phi_n = 0$ のとき検出器 7 のみで、 $\phi_n = 1$ のとき検出器 6 のみで検出される。よって、検出器 6, 7 の出力を比較することによって ϕ_n の値を知ることができる。

【0054】

第 2 の光パルスに対しては、 $-\phi_n \pi/2$ の位相変調を与えるようにパルス発生器 11 の出力電圧を調整する。垂直偏光が位相変調器 3 を通過するときパルスが印加され、水平偏光が通過するときにはパルスが印加されないようにパルスの発生時刻を設定する。本実施例では垂直偏光は、4 m のファイバに相当する約 20 ns 水平偏光よりも早く位相変調器 3 に到達する。つまり、垂直偏光がパルス発生器 11 の電圧ファイバに相当する約 20 ns 水平偏光よりも早く位相変調器 3 に到達する。パルス発生器 11 の電圧パルス幅は垂直偏光と水平偏光の到達時刻の差より小さく、光パルスの時間幅より大きく設定する。本実施例では光パルスの幅 100 ps、パルス発生器 11 の電圧パルス幅 10 ns としている。ファイバループを通り、偏光ビームスプリッタ 2 で合成された偏光状態は、 $|0 + \exp[2\pi i 0. \phi_{n-1}] |1\rangle$ となるから、偏光コントローラ 4 を通り偏光ビームスプリッタ 5 で偏光分離した後の光は、 $\phi_{n-1} = 0$ のとき検出器 7 のみで、 $\phi_{n-1} = 1$ のとき検出器 6 のみで検出される。よって、検出器 6, 7 の出力を比較することによって ϕ_{n-1} の値を知ることができる。

【0055】

第 3 の光パルスに対しては、 $-\phi_{n-1} \pi/2 - \phi_n \pi/4$ の位相変調を $|1\rangle$ 状態のみに与えるように、パルス発生器 11 の出力電圧を調整する。位相変調により、偏光ビームスプリッタ 5 に入射する光の状態は、 $|0\rangle + \exp[2\pi i 0. \phi_{n-2}] |1\rangle$ となるから、検出器 6, 7 の出力を比較することによって、 ϕ_{n-2} の値を知ることができる。

【0056】

以下、同様に k 番目の光パルスに対して、

【0057】

【数10】

$$-\sum_{j=1}^{k-1} \pi \phi_{n-j+1} / 2^{k-j} \quad \dots (10)$$

【0058】

の位相変調を $|1\rangle$ 状態のみに与えるようにパルス発生器11の出力電圧を調整する位相変調により偏光ビームスプリッタ5に入射する光の状態は、 $|0\rangle + \exp[2\pi i 0. \phi_{n-k+1}] |1\rangle$ となるから、検出器6, 7の出力を比較することによって ϕ_{n-k+1} の値を知ることができる。

【0059】

以上のように、前に入射した量子ビットの測定結果を元に決定した大きさの位相変調を次の量子ビットに印加する操作を繰り返すことにより任意のビット数の量子ビットに対する逆フーリエ変換を行うことができる。

【0060】

本実施例では、位相変調の大きさを決めるのにそれ以前に測定した全ての量子ビットの結果を用いているが、パルス当たりの光子数が1より大きく検出器6, 7の出力の差が大きくなるので位相変調の量は正確でなくとも測定結果に誤差は生じない。実験の結果、4ビット前までの測定結果を用いるだけで正確な逆フーリエ変換ができることがわかった。

【0061】

本実施例で説明した量子回路を、位数に依存した位相を与える回路と組み合わせることによって、ショアのアルゴリズムが実現できる。このとき、位数に依存した位相を与える回路においても、光子数を1より大きくすることによって位相の誤差が大きくても誤りの少ない量子計算を行うことができる。

【0062】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0063】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

【0064】

(A) 第1の効果は、1量子ビットに対する制御ユニタリ変換で任意のビット数の量子ビットに対する制御ユニタリ変換ができることにある。

【0065】

その理由は、量子ビットの測定結果を元に決定した大きさの位相変調を次の量子ビットに印加する操作を繰り返すためである。

【0066】

(B) 第2の効果は、環境による擾乱に起因する測定結果の誤りが小さいことにある。

【0067】

その理由は、ファイバループを用いているので $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態が同じファイバを通るため、受ける擾乱が共通になり、 $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態の間の位相差は影響を受けないためである。

【0068】

また、用いる光子の数を大きくできるため、 $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態の判別が容易になり、位相の誤差が大きくとも誤りの小さな測定ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例を示す量子逆フーリエ変換回路を示す図である。

【図2】

ショアのアルゴリズムを実現する量子計算機の回路を示す図である。

【符号の説明】

- 1 サーキュレータ
- 2, 5 偏光ビームスプリッタ
- 3 位相変調器
- 4 偏光コントローラ
- 6, 7 検出器

8 減算器

9 弁別器

1 0 制御回路

1 1 パルス発生器

1 2 偏波保持ファイバ

2 1 位数に依存した位相を与える回路

2 2 逆フーリエ変換回路

2 3 制御ユニタリ変換ゲート

2 4 アダマールゲート

2 5 制御回転ゲート

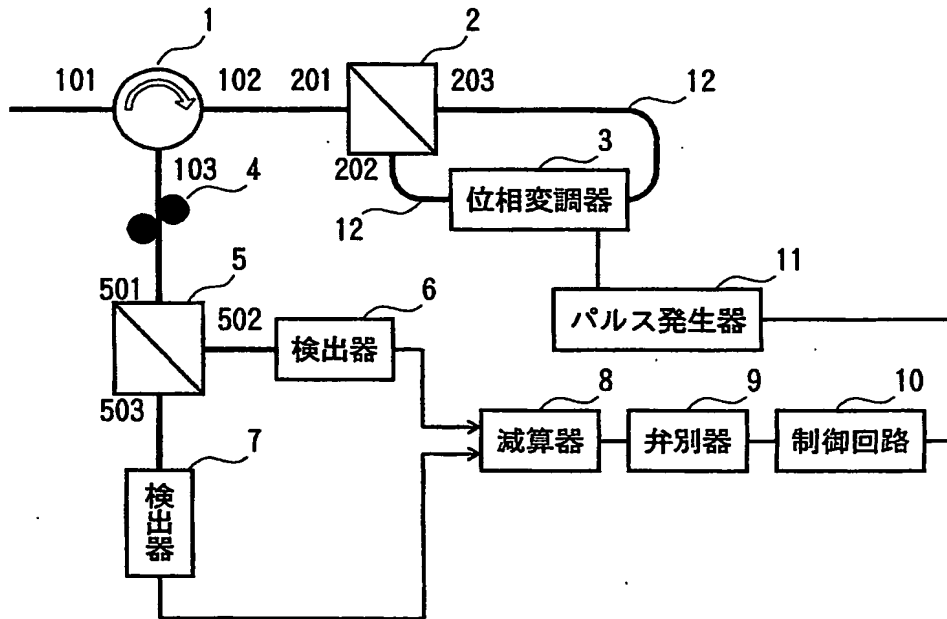
1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3, 5 0 1, 5 0 2, 5 0 3

端子

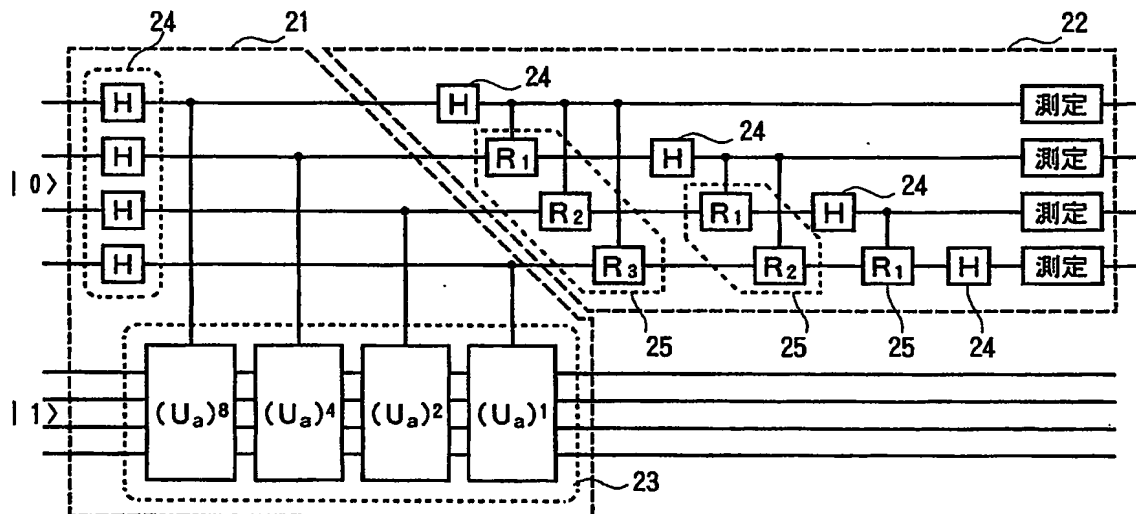
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多ビットの量子計算を行うことができる量子回路および量子計算機を実現する。

【解決手段】 量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現する。

また、量子ビットを表す光パルスにおいて、1パルスあたりに含まれる光子数を1より大きくすることにより、誤差の影響を小さくする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[396020800]

1. 変更年月日	1998年 2月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏 名	科学技術振興事業団

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[502055986]

1. 変更年月日 2002年 2月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 茨城県つくば市大曾根4074-12

氏 名 富田 章久

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.